

## 強心配糖体の生体臓器内電解質に及ぼす影響

渡 辺 太 郎

札幌医科大学薬理学教室 (主任 田辺教授)

### Influences of Cardiac Glycosides on the Electrolytes in the Tissues of Cats *in situ*

By

TARÔ WATANABE

Department of Pharmacology, Sapporo University of Medicine

(Chief: Prof. T. TANABE)

Digitoxin が体内に吸収されると、体内の電解質代謝に変化のおこることは古くから知られているところである。殊に近年 Flame photometry の発達に伴ない、微量の電解質が正確且つ迅速に定量されるようになり、急速に電解質に関する研究が進展して来た。

強心配糖体については Hagen<sup>1)</sup>, Boyer & Poindexter<sup>2)</sup>, Wood & Moe<sup>3)</sup>, Sherrod<sup>4)</sup>, Calhoun 等<sup>5)</sup> が Digitalis の治療量及び中毒量を投与した場合の心筋内のカリウム (K と略す) 濃度の変化を観察し, Cattell & Goodell<sup>6)</sup> 及び Greeff & Westermann<sup>7)</sup> は Strophanthin を使用した場合の心筋内の K 濃度を測定している。彼等はすべて中毒量の投与によつて心筋内 K の著明なる減少を認めている。また当教室においては田中、篠原<sup>8)</sup> は私と全く同一方法にて Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin の3種の強心配糖体を投与して中毒死せしめ、その間 10 分おきに採血し、その血清中の電解質濃度を Flame photometer で測定した結果、3 配糖体ともに投与量の増加とともに血清内 K 濃度が著明に増加してゆくことを確めている。

そこで私はかかる強心配糖体によつて心筋内は勿論、肝臓及び横紋筋内の電解質は如何なる影響を受けているかに大いに興味を感じるところがあり、これを追求せんとして、先ず強心配糖体による中毒猫の各臓器内電解質の変動を知らんとしたのである。

#### 実験材料及び実験方法

実験動物としては体重 1.9~4.0 kg の健康猫を用い、実験前 12 時間は絶食せしめた。動物をエーテル麻酔のもとで固定し、薬物は股静脈より注入した。

使用した強心配糖体は Digitoxin (Merck 製), g-Strophanthin (British Drug Houses 製), Convallatoxin (L. Light 製) 及び Lanatoside C (藤沢製) であり、Digitoxin

及び Convallatoxin は 1,000 倍アルコール溶液を、また g-Strophanthin は 1,000 倍水溶液をそれぞれ原液とし、使用直前にこれを Ringer 液でそれぞれ 10,000; 20,000 及び 20,000 倍液となるように希釈した。Lanatoside C は 10% アルコールに 5,000 倍の割に溶かしてある注射液を用い、やはり使用直前に 10% アルコール加 Ringer 液で 10,000 倍液になるように希釈した。

これらの4強心配糖体のそれぞれの推定致死量の 1/10 宛を 5 分間隔にて心臓停止のくるまで静注した。心音が聞えなくなつた後に開胸して心臓停止を確認するようにした。かくして致死量が計算され、次いで屍体から心臓、肝臓及び横紋筋の約 1.0 g を一定部位より脂肪の多い部位をさけて採取し、これを水洗して、さらに肉眼的に認められる脂肪を除き、乾燥器にて 110°C—48 時間乾燥させた。次いでこれを細碎し、エーテルにて 2 回脱脂後再び乾燥させ、正確に一定量を秤量し、硝酸、過酸化水素を用いる湿式灰化法により灰化を行つた。灰化の出来た資料は一定量の水に溶かし、さらに HCl 1 滴を加えて試料をよく溶解させ、この中のナトリウム (Na と略す), K 及びカルシウム (Ca と略す) 濃度を島津製分光光度計にて測定した。濃度は乾燥臓器 1 kg 当りの含量として表示することにした。(mEq/kg fat free dry tissue)。

#### 実験成績

実験成績を一括表示すれば第 1~3 表の如くである。先ず致死量を見るに Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin の平均致死量はそれぞれ  $0.518 \pm 0.065$  mg/kg,  $0.090 \pm 0.004$  mg/kg,  $0.068 \pm 0.007$  mg/kg であつて、当教室の南雲<sup>9)</sup>, 宮沢<sup>10)</sup> 及び水上<sup>11)</sup> の測定値にはほぼ一致し、また Lanatoside C の致死量は  $0.225 \pm 0.039$  mg/kg であり Rothlin<sup>12)</sup> の測定値より僅かに低い値を示している。即ち

第 1 表 強心配糖体と心筋内電解質濃度

強心配糖体	実 験 動 物			強心配糖体 致死量 (mg/kg)	心筋内電解質濃度 (mEq/kg)		
	番 号	体 重 (kg)	性		Na	K	Ca
ジギトキ シ ン 群	3	2.5	♂	0.450	173.9	196.1	3.75
	4	3.0	♂	0.500	304.2	253.8	6.25
	65	3.0	♂	0.650	200.0	220.5	4.37
	66	2.5	♂	0.550	245.6	253.9	5.50
	5	3.4	♀	0.485	—	—	—
	22	4.0	♀	0.550	—	—	—
	23	2.8	♀	0.500	—	—	—
	24	3.2	♂	0.456	—	—	—
平 均		3.1		0.518	230.9	231.1	4.97
ストロファ ン チ ン 群	11	2.5	♀	0.092	330.0	204.6	4.62
	12	2.8	♀	0.085	157.8	301.0	5.61
	13	2.5	♂	0.095	228.6	213.0	5.28
	15	2.8	♀	0.087	149.1	315.3	4.95
	25	3.0	♀	0.093	243.7	179.2	5.28
平 均		2.7		0.090	221.8	242.6	5.15
コ ン バ ラ ト キ シ ン 群	16	4.0	♂	0.073	301.3	309.5	6.60
	17	2.6	♂	0.070	172.1	182.5	4.95
	18	2.8	♀	0.073	172.1	177.6	4.95
	26	2.8	♀	0.056	152.2	142.3	6.50
	41	2.9	♂	0.070	239.1	247.4	5.25
平 均		3.0		0.068	207.4	211.9	5.65
ラ ナ ト サイ ド C 群	237	2.8	♀	0.179	250.0	245.0	6.50
	238	3.1	♂	0.232	250.0	287.5	6.50
	239	2.8	♀	0.214	230.0	300.0	6.25
	241	2.2	♀	0.274	230.0	257.5	5.75
平 均		2.7		0.225	240.0	272.5	6.25
対 照 群	1	2.5	♀	—	108.7	241.0	5.75
	2	3.0	♀	—	130.4	223.0	4.75
	3	3.5	♂	—	108.7	247.4	5.50
	4	4.0	♂	—	80.4	220.5	10.25
	5	2.5	♀	—	108.7	287.2	5.50
平 均		3.1			107.4	243.8	6.35

第2表 強心配糖体と肝臓内電解質濃度

強心配糖体	実 験 動 物			強心配糖体 致死量 (mg/kg)	肝臓内電解質濃度 (mEq/kg)		
	番 号	体 重 (kg)	性		Na	K	Ca
ジギトキ シン 群	3	2.5	♂	0.450	173.9	135.8	4.50
	4	3.0	♂	0.500	218.7	151.2	4.25
	5	3.4	♀	0.485	286.9	217.9	7.00
	22	4.0	♀	0.550	184.7	182.0	5.00
	23	2.8	♀	0.500	239.1	287.1	7.50
	24	3.2	♂	0.456	239.1	292.3	6.10
	65	3.0	♂	0.650	—	—	—
	66	2.5	♂	0.550	—	—	—
平 均		3.1		0.518	223.7	211.1	5.73
ストロファ ン チ ン 群	11	2.5	♀	0.092	195.6	98.7	2.75
	12	2.8	♀	0.085	108.7	207.7	1.75
	13	2.5	♂	0.095	65.2	117.9	0.75
	15	2.8	♀	0.087	130.4	146.1	3.50
	25	3.0	♀	0.093	130.4	166.6	4.50
平 均		2.7		0.090	126.1	147.4	2.65
コンバラ トキシ ン 群	16	4.0	♂	0.073	113.0	164.3	4.00
	17	2.6	♂	0.070	149.1	285.9	14.85
	18	2.8	♀	0.073	129.1	240.2	11.06
	26	2.8	♀	0.056	160.8	129.4	4.00
	41	2.9	♂	0.070	—	—	—
平 均		3.0		0.068	133.0	204.9	8.48
ラ ナ ト サイ ド C 群	237	2.8	♀	0.179	220.0	215.0	5.00
	238	3.1	♂	0.232	210.0	230.0	5.00
	239	2.8	♀	0.214	230.0	237.5	6.25
	241	2.2	♀	0.274	170.0	217.5	5.00
平 均		2.7		0.225	207.5	225.0	5.31
対 照 群	1	2.5	♀	—	210.8	272.0	9.75
	6	2.5	♀	—	200.0	207.7	7.75
	7	3.0	♀	—	282.6	185.9	7.70
	8	3.5	♂	—	163.0	176.9	3.50
	9	4.0	♂	—	228.2	234.6	8.75
	10	2.5	♀	—	239.1	234.6	6.50
	19	2.8	♀	—	304.3	117.9	8.50
	20	3.4	♂	—	163.0	164.1	5.50
	21	3.8	♂	—	228.2	217.9	9.75
平 均		3.1			224.3	201.3	7.41

第3表 強心配糖体と横紋筋内電解質濃度

強心配糖体	実 験 動 物			強心配糖体 致死量 (mg/kg)	横紋筋内電解質濃度 (mEq/kg)		
	番 号	体 重 (kg)	性		Na	K	Ca
ジギトキ シン群	3	2.5	♂	0.450	335.6	207.9	6.98
	4	3.0	♂	0.500	263.9	270.7	6.27
	5	3.4	♀	0.485	407.3	175.9	9.57
	23	2.8	♀	0.500	345.6	326.4	14.53
	24	3.2	♂	0.456	391.3	134.6	7.50
	22	4.0	♀	0.550	—	—	—
	65	3.0	♂	0.650	—	—	—
	66	2.5	♂	0.550	—	—	—
平 均		3.1		0.518	348.7	223.1	8.97
ストロファ ンチン群	11	2.5	♀	0.092	260.9	220.0	8.25
	12	2.8	♀	0.085	141.3	241.0	7.00
	13	2.5	♂	0.095	104.3	301.0	5.61
	15	2.8	♀	0.087	57.4	311.2	4.29
	25	3.0	♀	0.093	201.3	287.7	3.30
平 均		2.7		0.090	153.0	272.2	5.69
コンバラ トキシン群	16	4.0	♂	0.073	86.0	358.2	10.56
	17	2.6	♂	0.070	86.0	331.5	8.58
	18	2.8	♀	0.073	215.2	294.3	13.53
	26	2.8	♀	0.056	301.3	162.3	10.89
	41	2.9	♂	0.070	—	—	—
平 均		3.0		0.068	172.1	290.7	10.89
ラナト サイドC群	237	2.8	♀	0.179	110.0	445.0	6.00
	238	3.1	♂	0.232	90.0	460.0	6.00
	239	2.8	♀	0.214	90.0	440.0	6.25
	241	2.2	♀	0.274	80.0	410.0	5.00
平 均		2.7		0.225	92.5	438.8	5.81
対 照 群	1	2.5	♀	—	43.3	251.3	4.75
	6	2.5	♀	—	191.3	333.3	9.50
	7	3.0	♀	—	141.3	317.9	9.50
	8	3.5	♂	—	129.1	310.8	8.25
	9	4.0	♂	—	129.1	309.5	13.58
	10	2.5	♀	—	91.3	330.9	8.75
	19	2.8	♀	—	220.8	360.2	12.87
	20	3.4	♂	—	172.1	372.3	8.91
平 均		3.0			139.8	323.3	9.51

Convallatoxin が毒性最も大で、次いで g-Strophanthin, Lanatoside C の順で Digitoxin は最も毒性が弱いようである。

次に臓器内電解質についての測定値であるが、第 1 表は心筋内電解質濃度についての成績を示すものである。先ず Na 濃度について見るに対照平均値  $107.4 \pm 17.77$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $230.9 \pm 57.47$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $221.8 \pm 49.97$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $207.4 \pm 61.19$  mEq/kg 及び Lanatoside C 群では  $240.0 \pm 11.53$  mEq/kg で、対照に比較してそれぞれ 114.8, 106.5, 93.1% 及び 123.5% の増加の値を示した。

K 濃度は対照平均値  $243.8 \pm 25.03$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $231.1 \pm 28.12$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $242.6 \pm 61.22$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $211.9 \pm 66.11$  mEq/kg 及び Lanatoside C 群では  $272.5 \pm 29.59$  mEq/kg で、対照に比較すると Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin ではそれぞれ 5.5, 0.49, 15.1% の減少を示すのに対して、Lanatoside C のみは逆に 11.8% の増加を示す結果を得た。

Ca 濃度は対照平均値  $6.35 \pm 2.03$  mEq/kg に対して Digitoxin 群では  $4.97 \pm 1.86$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $5.15 \pm 0.37$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $5.65 \pm 0.82$  mEq/kg 及び Lanatoside C 群では  $6.25 \pm 0.48$  mEq/kg で、対照に比較するとそれぞれ 29.6, 23.3, 10.6% 及び 1.6% の減少値を示した。しかし個々の成績を些細に吟味してみると、対照の No. 4 の値が飛び離れて大であるために対照平均値が比較的大となり、従つて強心配糖体によつて Ca が減少したようになった。しかしこの No. 4 を除いて考察すると対照の値は強心配糖体投与群と全く類似の値となり、両者の間に有意の差が認められなくなる。

次に第 2 表には肝臓内の各電解質について測定した結果を示してある。Na 濃度は対照平均値  $224.3 \pm 45.33$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $223.7 \pm 41.23$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $126.1 \pm 37.41$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $138.0 \pm 21.11$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $207.5 \pm 25.57$  mEq/kg で、これを対照に比較するとそれぞれ 0.2, 77.9, 13.9% 及び 8.1% の減少の値を得た。

K 濃度は対照平均値  $201.3 \pm 42.05$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $211.1 \pm 67.08$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $147.4 \pm 42.59$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $204.9 \pm 71.01$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $225.0 \pm 10.58$  mEq/kg であつて、これを対照に比較すると Digitoxin, Convallatoxin 及び Lanatoside C ではそれぞれ 4.9, 1.3% 及び 11.2% の増加を示したが、g-Strophanthin では逆に 44.1% の減少の値を示した。

Ca 濃度は対照平均値  $7.41 \pm 20.5$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $5.73 \pm 1.34$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $2.65 \pm 1.41$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $8.48 \pm 5.03$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $5.31 \pm 1.11$  mEq/kg であつて、これを対照に比較すると Digitoxin, g-Strophanthin 及び Lanatoside C はそれぞれ 29.2, 183.3% 及び 39.5% の減少を示し、Convallatoxin 群のみは 14.4% の増加を示す値を得た。

第 3 表は横紋筋内電解質について測定した結果である。即ち Na 濃度は対照平均値  $139.8 \pm 56.25$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $348.7 \pm 56.38$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $153.0 \pm 80.09$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $172.1 \pm 105.2$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $92.5 \pm 12.6$  mEq/kg であつて、これを対照に比較すると Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin 群ではそれぞれ 149.4, 9.4% 及び 23.1% の増加を示し、Lanatoside C 群では逆に 51.1% の減少の値を示した。

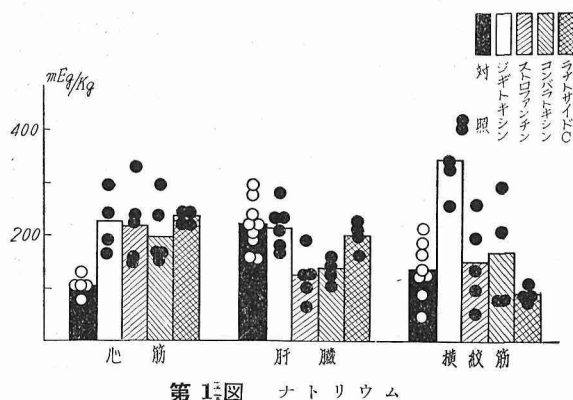
K 濃度は対照平均値  $323.3 \pm 36.60$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $223.1 \pm 76.58$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $272.2 \pm 39.62$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $290.7 \pm 48.39$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $438.8 \pm 20.98$  mEq/kg であつて、これを対照に比較すると Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin 群ではそれぞれ 45.3, 18.8% 及び 11.2% の減少の値を示し、Lanatoside C 群では逆に 35.7% の増加の値を得た。

Ca 濃度は対照平均値  $9.51 \pm 2.75$  mEq/kg に対して、Digitoxin 群では  $8.97 \pm 4.87$  mEq/kg, g-Strophanthin 群では  $5.69 \pm 1.99$  mEq/kg, Convallatoxin 群では  $10.87 \pm 2.04$  mEq/kg, Lanatoside C 群では  $5.81 \pm 0.55$  mEq/kg であつて、これを対照に比較すると Digitoxin, g-Strophanthin 及び Lanatoside C 群はそれぞれ 6.0, 63.6% 及び 27.7% の減少の値を示したが、Convallatoxin 群では逆に 14.5% の増加の値を示した。

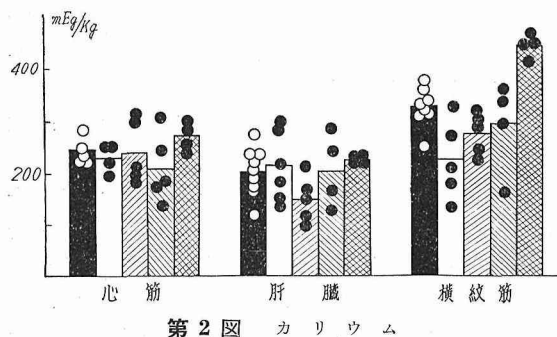
### 総括並びに考按

以上を要約してこれを臓器別に観察して見ると、強心配糖体による臓器内電解質の興味ある移動を認めることが出来る。即ち先ず心筋について観察すると、Na 濃度は対照に比較して各強心配糖体ともに著明に増加するが、K 濃度は Lanatoside C を除いて全般的に減少の傾向を示している。これに対して肝臓では、Na 濃度は各強心配糖体ともに減少を示すが、K 濃度は g-Strophanthin を除いて増加の傾向を示している。また横紋筋では、Na 濃度は Lanatoside C を除いて増加を示し、特に Digitoxin では著明に増加が認められるが、K 濃度は Lanatoside C を除いて減

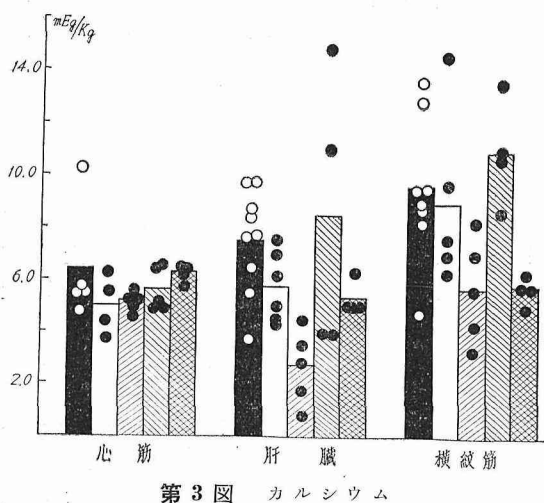
少を示している。即ち Na の増減とは全く逆の関係を以て K の移動がみられるようである。心筋、肝臓及び横紋筋における Ca 濃度については強心配糖体投与群は対照に比較して、あまりはつきりした関係を示さなかつたが、肝臓及び横紋筋においては Convallatoxin の場合を除き、一般に減少の傾向を示した。心筋については実験成績の項で述べた如く、Ca 濃度は強心配糖体によつて影響されないという結果になった。



第 1 図 ナトリウム



第 2 図 カリウム



第 3 図 カルシウム

いまこれを電解質別に図示してみると第 1~3 図の如くなり、上記の関係がより明かになる。即ち Na 濃度は心筋においては 4 配糖体の全てにより、また横紋筋においては Lanatoside C 以外の 3 配糖体特に Digitoxin により著明な増加を来たしている。これに反して K 濃度は心筋及び横紋筋において Lanatoside C 以外の 3 配糖体により減少の傾向を来たしているものと理解される。これらの成績は Wood & Moe<sup>3)</sup>, Boyer & Poindexter<sup>2)</sup>, Sherrod<sup>1)</sup> Calhoun et al.<sup>5)</sup> 及び Greeff & Westermann<sup>7)</sup> 等、さらに松田等<sup>13)</sup>, 川井, 浅岡<sup>14)</sup> のとよく合致している。Lanatoside C については Hagen<sup>1)</sup> は心筋内の K 濃度は治療量にて増加し、中毒量にて減少したと報告し、Zeemann<sup>15)</sup> は有意義な変化を見出し得なかつたと報告している。この点は一致していないが、これは実験動物及び実験方法の差異に由来するのかも知れない。Ca 濃度については個体差が大きく一定の結論を出すことは困難に思われる。

さて先に教室の田中, 篠原<sup>9)</sup> は Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin を猫に投与して時間的に血清中の Na 及び K の消長を測定した結果、K 濃度に著明な増加を認め、この K 濃度の増加は心筋及び横紋筋の細胞より由来するなると推定している。また Dörrie et al.<sup>16)</sup> は Digitoxin 及び g-Strophanthin を健康人に与えて、その血中の Na, K 及び Cl 濃度を測定したところ、Na 濃度の減少、K 濃度の増加を認め、これらはすべて細胞内への Na の侵入、細胞内よりの K の游出に由来すると推論している。若しこれらの推論が正しいとすれば、私の成績はこれを裏づけるものである。

次に第 1, 2 図より興味を感じることは、肝臓における Na, K 濃度が心筋及び横紋筋の変化と正反対になつており、特に Na についてはその関係が著明であり、恰も肝臓が心筋及び横紋筋への Na の給源をなしたかの如き観を呈している事実である。当教室における田辺等<sup>17), 18)</sup>, 南雲<sup>19)</sup>, 宮沢<sup>10), 20)</sup> が強心配糖体の毒性及び効力について肝臓が重大なる役割を演じていることを証明しているが、それと関連して今後さらに追求すべきものである。また強心配糖体による細胞からの Na, K の移動に関しては種々の観点から研究が行われており、特に Schatzmann<sup>21)</sup>, Flückiger & Verzar<sup>22)</sup>, Glynn<sup>23)</sup> 及び中橋<sup>24)</sup> 等の報告は注目値するものであるが、この問題に関しては今後なお多くの問題が残されているものと思われる。

## 結 論

Digitoxin, g-Strophanthin, Convallatoxin 及び Lanatoside C を一定法式により猫に与えて中毒死せしめ、その心筋、肝臓及び横紋筋の電解質を測定して次の結果を得た。

1) 心筋においては Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin はともに Na 濃度の増加と K 濃度の減少の傾向を示し, Lanatoside C は Na 及び K 濃度の両方の増加を来たした。

2) これらの配糖体は肝臓においては何れも Na 濃度の減少を来たし, g-Strophanthin を除く他の者は K 濃度の増加を来たした。

3) 横紋筋においては Digitoxin, g-Strophanthin 及び Convallatoxin は Na 濃度の増加を来たし, K 濃度の減少を来たすが, Lanatoside C は逆に Na 濃度の減少と K 濃度の増加を来たした。

4) 心筋及び横紋筋における電解質の変化と肝臓における変化との関連性, 特に Na の移動についての肝臓の役割について論述した。

(昭和 31. 4. 2 受付)

## 文 献

- 1) Hagen, P. S.: J. Pharmacol. Exper. Therap. **67**, 50 (1939).
- 2) Boyer, P. K. & Poindexter, C. A.: Am. Heart J. **20**, 586 (1940).
- 3) Wood, E. H. & Moe, G. K.: Am. J. Physiol. **123**, 219 (1938).
- 4) Sherrod, T. R.: Proc. Soc. Exper. Biol. & Med. **65**, 89 (1947).
- 5) Calhoun, J. A., Silvette, H. & Kline, R.: J. Clin. Invest. **10**, 139 (1931).
- 6) Cattell, Mc K. & Goodell, H.: Science **86**, 106 (1937).
- 7) Greeff, K. & Westermann, E.: Arch. exper. Path. u. Pharmacol. **226** (2), 103 (1955).
- 8) 田中・篠原: 札幌医誌 **8**, 103 (1955).
- 9) 南雲: 札幌医誌 **4**, 155 (1953).
- 10) 宮沢: 札幌医誌 **7**, 82 (1955).
- 11) 水上: 札幌医誌 **9**, 104 (1956).
- 12) Rothlin, E.: Movitt, E. R., Digitalis & Other Cardiac Drugs 99 (Oxford, 1949) より引用.
- 13) 松田・他: 日薬理誌 **51** (5), 132 § (1955).
- 14) 川井・浅岡: 日薬理誌 **52** (1), 49 § (1956).
- 15) Zeemann, S. & Hirsch, S.: Am. J. Med. Science **227**, 65 (1954).
- 16) Dörrie, H., Göltner, E. u. Schwab, M.: Klin. Wschr. **32**, 165 (1954).
- 17) 田辺・他: 日薬理誌 **48**, 158 (1952); **49**, 140 § (1953).
- 18) 田辺・他: 札幌医誌 **8**, 7 (1955).
- 19) 南雲: 札幌医誌 **5**, 95 (1954).
- 20) 宮沢: 札幌医誌 **7**, 177 (1955).
- 21) Schatzmann, H. J.: Helvet. Physiol. et Pharmacol. Acta **11**, 346 (1953).
- 22) Flückiger, E. & Verzar, F.: Helvet. Physiol. et Pharmacol. Acta **12**, 50 (1954).
- 23) Glynn, I. M.: J. Physiol. **128**, 56 (1955).
- 24) 中橋: 札幌医誌 掲載予定.

## Summary

A definite dose of digitoxin, g-strophanthin, convallatoxin or lanatoside C was injected into vein of cats successively every five minutes until heart standstill occurred. Sodium, potassium and calcium in tissues obtained from heart muscles, liver and skeletal muscles were measured by flame photometry. The results led to the following conclusions:-

1) In heart muscles, sodium increased markedly and potassium showed a tendency to decrease by digitoxin, g-strophanthin or convallatoxin, with the exception of lanatoside C which produced a marked increase in sodium and potassium concentrations.

2) In liver, sodium concentration was decreased by digitoxin, g-strophanthin, convallatoxin and lanatoside C, while an increase in potassium concentration was produced by the glycosides other than g-strophanthin.

3) In skeletal muscles, the glycosides such as digitoxin, g-strophanthin and convallatoxin produced an increase in sodium concentration and a decrease in potassium concentration. But a reversed correlation was observed in lanatoside C.

4) Discussions led to the conclusions that the changes in electrolytes in heart and skeletal muscles are associated with changes in electrolytes in the liver and that the liver plays a special role in the change in sodium metabolism produced by the cardiac glycosides.

(Received April 2, 1956)